



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 59 372.8
Anmeldetag: 18. Dezember 2002
Anmelder/Inhaber: Hilti Aktiengesellschaft,
Schaan/LI
Bezeichnung: Betriebsverfahren und Kühleinrichtung für den
Motor eines Elektrowerkzeugs
IPC: H 02 K 9/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 08. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Ozierzon

MÜLLER · HOFFMANN & PARTNER · PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys – European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17
D-81667 München

Anwaltsakte: 54.468

Mü/MI/kx

Anmelderzeichen: B664 - Drehzählerhöhung

18.12.2002

HILTI Aktiengesellschaft

FL-9494 Schaan
Fürstentum Liechtenstein

**Betriebsverfahren und Kühleinrichtung für den Motor eines
Elektrowerkzeugs**

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Betriebsverfahren für den Motor eines Elektrowerkzeugs z. B. eines Bohrhammers, dessen Betriebsleerlaufdrehzahl durch eine Regelektronik auf einen Wert eingestellt wird, der gleich oder geringfügig oberhalb einer gewählten Arbeitsdrehzahl liegt. Außerdem betrifft die

5 Erfindung ein Elektrowerkzeug mit Einrichtungsmerkmalen zur Realisierung dieses Betriebsverfahrens.

Die Lebensdauer und die Betriebsbereitschaft des Motors eines Elektrowerkzeugs hängen entscheidend von der Motortemperatur ab. Eine zu hohe Motortemperatur kann zur Folge haben, dass der Motor für eine bestimmte

10 Zeit, während der er abkühlt nicht betrieben werden kann. Während des Betriebs sollte die Temperatur des Motors deshalb einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Die Motortemperatur steigt um so mehr, je höher das Belastungsmoment ist, das vom Motor aufgebracht werden muß. Dagegen fällt die Temperatur, wenn der Motor im Leerlauf betrieben wird. Die Kühlung ist

15 dabei bei hohen Drehzahlen durch den erhöhten Luftdurchsatz besser.

Die Arbeitsdrehzahl ist die Drehzahl des Motors unter Last; sie ist durch den Anwendungsprozeß oder bestimmte Einsatzbedingungen vorgegeben. Muß vom Motor ein sehr hohes Moment aufgebracht werden, so fällt die Drehzahl aufgrund der natürlichen Last-Kennlinie des Motors ab (vgl. Fig. 3).

20 Wird der Motor nicht mehr belastet, d. h., dreht er im Leerlauf, darf die Betriebsleerlaufdrehzahl für eine komfortable Bedienung des Elektrowerkzeugs nicht weit über der Arbeitsdrehzahl liegen. Dies würde z. B. bei Bohrhämmern störend wirken, wenn das Werkzeug abgesetzt und anschließend wieder angesetzt wird. Es sollten auch keine großen Schwankungen der

25 Betriebsleerlaufdrehzahl auftreten, da diese ebenfalls störend wirken. Die Betriebsleerlaufdrehzahl des Motors wird deshalb stets auf ein günstiges Niveau nur geringfügig oberhalb der gewählten Arbeitsdrehzahl begrenzt.

Nach US-Patentschrift 4,307,325 wird anhand der Zeit, die ein Motor im Leerlauf und unter Belastung betrieben wird, ein Belastungsindex festgelegt, mit

30 dessen Hilfe die Temperatur des Motors mit geringem Aufwand bestimmt werden kann. Übersteigt die Temperatur einen bestimmten Wert, so wird der Motor

abgeschaltet, um Schäden zu verhindern. Das Elektrowerkzeug läßt sich erst wieder einschalten, wenn der Motor abgekühlt ist, d. h., das Elektrowerkzeug kann für eine bestimmte Zeit nicht eingesetzt werden.

- Das vollständige Abschalten des Motors bewirkt eine Unterbrechung des Kühlluftstroms, so dass nur eine sehr langsame Abkühlung erfolgt. In DE 30 21 689 A1 wird deshalb vorgeschlagen, den Motor nicht abzuschalten, sondern im Falle einer Überlastung die Leistungsaufnahme zu begrenzen, dabei aber dennoch eine genügend hohe Drehzahl, die unterhalb der Betriebsleerlaufdrehzahl liegt, aufrechtzuerhalten, um den Motor zu kühlen.
- 10 Dies geschieht jedoch nur bei einer Wicklungsüberhitzung. Zudem ist die Kühlwirkung nicht optimal, da die Drehzahl des Motors durch die Begrenzung der Leistungsaufnahme u. U. nicht ausreichend hoch ist. Ein Motor-Ausfall wegen Überhitzung kann also unter Umständen nicht verhindert werden.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine ausreichende Kühlung des Motors während des Betriebs des Elektrowerkzeugs zu gewährleisten, so dass ein Ausfall wegen Überhitzung verhindert wird.
- 15

- Diese Aufgabe wird mit der Erfindung gelöst durch ein Betriebsverfahren für den Motor eines Elektrowerkzeugs gemäß Anspruch 1 bzw. ein Elektrowerkzeug mit Merkmalen gemäß Anspruch 7. Bevorzugte Ausführungsformen sind u. a. in abhängigen Ansprüchen definiert und/oder werden in der weiteren Beschreibung erläutert.
- 20

- Gemäß der Erfindung wird ein Betriebsverfahren für den Motor eines Elektrowerkzeugs bereitgestellt, dessen Betriebsleerlaufdrehzahl durch eine Regelelektronik auf einen Wert eingestellt wird, der gleich einer gewählten Arbeitsdrehzahl ist, wobei der Motor zur Kühlung mit einer vorgegebenen erhöhten Leerlaufdrehzahl betrieben wird, falls kein Belastungsmoment auf den Motor wirkt. Demnach wird der Motor während des normalen Betriebs kontinuierlich, effektiv gekühlt, und eine Überhitzung wird vermieden.
- 25

- Ein Elektrowerkzeug gemäß der Erfindung weist eine Regelelektronik für die Drehzahl seines Motors auf, dessen Betriebsleerlaufdrehzahl auf einen Wert eingestellt wird, der gleich einer gewählten Arbeitsdrehzahl ist, und eine Zeitmesseinrichtung, die nach Ablauf einer festlegbaren Leerlaufzeit ein
- 30

Triggersignal an die Regelektronik abgibt, zur Erhöhung der Drehzahl des Motors auf eine zur Kühlung geeignete, vorgegebene, erhöhte Leerlaufdrehzahl. Es ist dabei möglich, dass die Zeitmesseinrichtung sofort das Triggersignal abgibt, d.h., dass keine Zeitverzögerung auftritt und der Motor sofort nach

5 Erreichen der Leerlaufdrehzahl auf die erhöhte Leerlaufdrehzahl umgeschaltet wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren wird der Motor bevorzugt nach einer vorgebbaren Leerlaufzeit, während der der Motor mit der Betriebsleerlaufdrehzahl läuft, mit der vorgebbaren erhöhten Leerlaufdrehzahl

10 betrieben. Weiterhin wird bei dem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren der Leerlaufbetrieb bevorzugt durch Messung des Motorstroms oder des Drehmoments des Motors festgestellt. Auch ist es vorteilhaft die Leerlaufzeit in Abhängigkeit von der vorherigen Belastung des Motors zu bestimmen. Dabei wird die Leerlaufzeit verkürzt, falls der Motor zuvor in Überlast betrieben wurde,

15 und es wird auf die Arbeitsdrehzahl umgeschaltet, sobald der Motor mit einem Moment belastet wird, das über dem Leerlaufmoment liegt. Die erhöhte Leerlaufdrehzahl wird auch dann wie oben beschrieben eingestellt, falls der Motor aus- und wiedereingeschaltet wurde. D.h., es wird nach dem Einschalten des Motors nach einer Leerlaufzeit, die von der vorherigen Belastung des Motors

20 abhängen kann, auf die erhöhte Leerlaufdrehzahl umgeschaltet, falls kein Belastungsmoment vom Motor verlangt wird. Es ist auch möglich, dass sofort nach dem Einschalten des Motors die erhöhte Leerlaufdrehzahl eingestellt wird, falls kein Belastungsmoment vom Motor verlangt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Elektrowerkzeug ist bevorzugt eine Belastungsmesseinrichtung vorgesehen, die den Motorstrom misst und somit den Leerlaufbetrieb des Motors feststellt und ein Leerlaufsignal, mit dem der Leerlaufbetrieb des Motors angezeigt wird, an die Zeitmesseinrichtung und die Regelektronik abgibt. Die Belastungsmesseinrichtung misst die

30 Betriebsbelastung des Motors und gibt in Abhängigkeit dieser Belastung ein Belastungssignal an die Zeitmesseinrichtung zur Bestimmung einer Leerlaufzeit ab. Die Zeitmesseinrichtung wählt eine verkürzte Leerlaufzeit, wenn von der Belastungsmesseinrichtung zuvor eine starke Belastung des Motors gemessen wurde. Weiterhin stellt die Regelektronik die Drehzahl des Motors sofort auf

35 die Arbeitsdrehzahl ein, wenn das Leerlaufsignal anzeigt, dass der Motor nicht im Leerlauf betrieben wird. Somit ist stets ein komfortables Bedienen

gewährleistet. Außerdem stellt die Regelelektronik die Drehzahl des Motors wie oben beschrieben ein, wenn der Motor aus- und wieder eingeschaltet wurde.

Die Erfindung sowie weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der beispielhaften Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform mit Bezug
5 auf die Zeichnungen ersichtlich. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm des Drehzahlverlaufs bei Leerlauf des Motors, wobei gemäß der Erfindung die Drehzahl zu Kühlzwecken erhöht wird;



 **Fig. 2** ein Blockschaltbild eines Teils eines erfindungsgemäßen Elektrowerkzeugs; und
10

Fig. 3 die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie eines erfindungsgemäß betriebenen Motors.

Um eine gute Kühlung des Motors und der Elektronik zu erreichen, wird gemäß der Erfindung die Drehzahl bei Leerlauf des Motors auf eine erhöhte
15 Leerlaufdrehzahl hochgesetzt. Der Wert Δn , um den die Drehzahl erhöht wird, kann fest vorgegeben sein oder er kann von der zuvor erreichten Last abhängen. Bevorzugt wird die Drehzahl des Motors nicht sofort, sondern nach einer bestimmten Zeit von der normalen Betriebsleerlaufdrehzahl auf die erhöhte Leerlaufdrehzahl hochgesetzt. Die erhöhte Leerlaufdrehzahl wird dabei möglichst
20 hoch gewählt, so dass ein effektives Kühlen des Motors, vor allem nachdem dieser in Überlast betrieben wurde, möglich ist. Gleichzeitig darf die erhöhte Leerlaufdrehzahl jedoch einen bestimmten Wert nicht überschreiten, da sonst Schäden am Elektrowerkzeug entstehen können. Die erhöhte Leerlaufdrehzahl kann jedoch bei der Bedienung der Maschine und für bestimmte Anwendungen
25 störend wirken. Die Drehzahl wird deshalb ohne Zeitverzögerung von der erhöhten Leerlaufdrehzahl auf die Betriebsleerlaufdrehzahl herabgesetzt, sobald am Motor ein Moment benötigt wird, das größer als das Leerlaufmoment ist. Die Drehzahländerung erfolgt also außerhalb des Arbeitsvorganges, so dass ein komfortables Arbeiten stets möglich ist.

 **Fig. 1** zeigt den Verlauf der Drehzahl gemäß der Erfindung. Zunächst wird vom Motor bis zu einem bestimmten Zeitpunkt T_1 beim normalen Arbeiten ein
30

bestimmtes Arbeitsmoment (Belastungsmoment) M_1 verlangt. Ab dem Zeitpunkt T_1 wird der Motor nicht mehr belastet, d. h. der Motor muß nunmehr nur noch das Leerlaufmoment M_L ($M_L < M_1$), aufbringen. Das Leerlaufmoment M_L wird dabei durch die Unterschreitung eines vorgegebenen Stroms, der vom Motor aufgenommen wird, festgestellt. Der Motor läuft nun für eine Zeitspanne ΔT mit der Betriebsleerlaufdrehzahl n_1 , die gleich der Arbeitsdrehzahl n_1 ist oder geringfügig höher. Die Leerlaufzeit ΔT ist dabei abhängig vom Verlauf des Belastungsmoments vor der Zeit T_1 . In einer bevorzugten Ausführungsform hängt der Wert der Leerlaufzeit ΔT vom maximalen Belastungsmoment ab, welches zwischen der letzten Kühlung und dem Zeitpunkt T_1 aufgetreten ist.

Nach Ablauf der Leerlaufzeit ΔT wird die Drehzahl des Motors zum Zeitpunkt T_2 von der Betriebsleerlaufdrehzahl n_1 um einen Wert Δn auf eine erhöhte Leerlaufdrehzahl n_2 erhöht. Der Wert Δn , um den die Drehzahl erhöht wird, kann vordefiniert sein oder vom maximalen Belastungsmoment, welches zwischen der letzten Kühlung und dem Zeitpunkt T_1 auftrat, abhängen. Der Motor wird nun solange mit der erhöhten Leerlaufdrehzahl betrieben, bis ein Belastungsmoment M_2 verlangt wird, das über dem Leerlaufmoment M_L liegt ($M_2 > M_L$). Das Vorliegen des Belastungsmoments M_2 wird wiederum über Messungen des Motorstroms, der vom Motor aufgenommen wird, bzw. anhand der Drehzahl festgestellt. In Fig. 1 wird zum Zeitpunkt T_3 ein Belastungsmoment M_2 vom Motor verlangt, das größer ist als das Leerlaufmoment M_L . Die Drehzahl des Motors wird deshalb zu diesem Zeitpunkt T_3 sofort auf die gewählte Arbeitsdrehzahl n_1 herabgesetzt. Durch das sofortige Herabsetzen der Drehzahl wird eine komfortable Bedienung des Elektrowerkzeugs gewährleistet. Die erhöhte Drehzahl n_2 wird ebenfalls herabgesetzt, falls das Gerät abgeschaltet und wieder eingeschaltet wird und vom Motor ein Drehmoment verlangt wird, das über dem Leerlaufmoment M_L liegt. Das heißt, nach Fig. 1 hätte der Motor zum Zeitpunkt T_3 auch abgeschaltet werden können.

Wird der Motor ausgeschaltet und wieder eingeschaltet, so wird analog zu oben verfahren, d.h., nach dem Einschalten wird nach Ablauf der Leerlaufzeit ΔT auf eine erhöhte Drehzahl n_2 umgeschaltet. Es ist auch möglich, dass nach dem Einschalten sofort die erhöhte Leerlaufdrehzahl eingestellt wird. Die zur Bestimmung der Leerlaufzeit ΔT erforderlichen Daten, z.B. das maximale Belastungsmoment, können beim Ausschalten des Motors gespeichert werden. In Fig. 1 hätte der Motor also zum Zeitpunkt T_1 auch wieder eingeschaltet werden

können.

Das auf das erfindungsgemäße Betriebsverfahren bezogene Funktions-Blockschaltbild der Fig. 2 zeigt den Motor 1, dessen Drehzahl von einer Regelelektronik 4 durch ein Regelsignal 3 eingestellt wird. Die Regelelektronik 4 stellt die Drehzahl auf Vorgabewerte ein, die über einen Wahlschalter 2 vorgegeben werden. Die Belastungsmesseinrichtung 6 misst die Belastung des Motors 1 und gibt ein Leerlaufsignal 8 und ein Belastungssignal 9 ab. Das Leerlaufsignal 8 nimmt den Wert "1" an, wenn der Motor 1 kein Belastungsmoment aufbringen muss, d. h., der Motor befindet sich im Leerlauf und den Wert "0", falls der Motor 1 belastet wird. Das Belastungssignal 9 nimmt kontinuierliche Werte an, die von der Belastung des Motors abhängig sind. Anhand des Belastungssignals 9 bestimmt eine Zeitmesseinrichtung 5 die Leerlaufzeit ΔT . Die Leerlaufzeit ΔT kann dabei vorgegeben sein, sie kann vom maximalen Belastungsmoment abhängen, welches zwischen der letzten Kühlung und dem Zeitpunkt T_1 aufgetreten ist, oder sie kann von einem mittleren Lastwert abhängen. Der mittlere Lastwert ist das mittlere Belastungsmoment das zwischen der letzten und der momentanen Kühlphase aufgetreten ist. Die Kühlphase ist der Zeitraum, während der der Motor mit der erhöhten Leerlaufdrehzahl betrieben wird. Der Lastwert wird nach Erreichen der erhöhten Leerlaufdrehzahl wieder rückgesetzt.

Die Zeitmesseinrichtung 5 startet einen Zeitgeber mit der Leerlaufzeit ΔT als Startzeit, falls das Leerlaufsignal 8 vom Wert "0" auf "1" wechselt. In Fig. 1 findet dies zum Zeitpunkt T_1 statt. Nach Ablauf der Leerlaufzeit ΔT gibt die Zeitmesseinrichtung ein Triggersignal 7 an die Regelelektronik 4 ab. Bei Empfang des Triggersignals 7 erhöht die Regelelektronik 4 die Betriebsleerlaufdrehzahl n_1 zum Zeitpunkt T_2 um Δn auf die erhöhte Leerlaufdrehzahl n_2 . Es ist auch möglich auf eine Zeitverzögerung zu verzichten, so dass sofort nachdem der Leerlauf anhand des Leerlaufsignals 8 festgestellt wird, auf die erhöhte Leerlaufdrehzahl umgestellt wird.

Falls nun der Wert des Leerlaufsignals 8 von "1" auf "0" wechselt, oder das Elektrowerkzeug durch ein Schaltersignal 10 ausgeschaltet wird und der Wert des Leerlaufsignals 8 gleich "0" ist, wird die Drehzahl von der Regelelektronik 4 zum Zeitpunkt T_3 sofort wieder auf die Betriebsleerlaufdrehzahl n_1 herabgesetzt.

- Fig. 3 zeigt die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie für den Fall, dass der Motor mit der erhöhten Leerlaufdrehzahl n_2 betrieben wird. Wie man sieht, wird der Motor solange mit der erhöhten Leerlaufdrehzahl n_2 betrieben, bis das Drehmoment M größer oder gleich einem Leerlaufdrehmoment-Schwellwert M_0 ist. Für
- 5 Drehmomentwerte größer oder gleich dem Leerlaufdrehmoment-Schwellwert M_0 wird die Drehzahl n des Motors auf die Arbeitsdrehzahl n_1 eingestellt. Übersteigt das Drehmoment M einen Drehmomentgrenzwert M_G , so wird der Motor auf seiner natürlichen Kennlinie 30 betrieben.

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für den Motor (1) eines Elektrowerkzeugs, dessen Betriebsleerlaufdrehzahl durch eine Regelelektronik (4) auf einen Wert eingestellt wird, der gleich einer gewählten Arbeitsdrehzahl (n_1) ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Motor zur Kühlung mit einer vorgebbaren erhöhten Leerlaufdrehzahl (n_2) betrieben wird, falls kein Belastungsmoment auf den Motor wirkt.

5 2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Motor nach einer vorgebbaren Leerlaufzeit (ΔT), während der der Motor mit der Betriebsleerlaufdrehzahl läuft, auf die erhöhte Leerlaufdrehzahl (n_2) umgeschaltet wird.

10

3. Betriebsverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Leerlaufbetrieb durch Messung des Motorstroms des Motors (1) festgestellt wird.

15

4. Betriebsverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Leerlaufbetrieb durch Messung des Drehmoments des Motors (1) festgestellt wird.

20

5. Betriebsverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Leerlaufzeit (ΔT) in Abhängigkeit der vorherigen Belastung des Motors (1) bestimmt wird.

25

6. Betriebsverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Leerlaufzeit (ΔT) verkürzt wird, falls der Motor (1) zuvor in Überlast betrieben wurde.

30

7. Betriebsverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

auf die Arbeitsdrehzahl (n_1) umgeschaltet wird, sobald der Motor (1) mit einem Moment belastet ist, das über dem Leerlaufmoment liegt.

8. Betriebsverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,
5 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die erhöhte Leerlaufdrehzahl (n_2) eingestellt wird, falls der Motor (1) aus-
und wieder eingeschaltet wurde und kein Belastungsmoment auf den Motor
wirkt.
- 10 9. Elektrowerkzeug mit Regelelektronik (4) für die Drehzahl seines Motors
 (1), dessen Betriebsleerlaufdrehzahl auf einen Wert eingestellt wird, der gleich
 einer gewählten Arbeitsdrehzahl (n_1) ist,
 gekennzeichnet durch
 eine Regelelektronik (4) zur Erhöhung der Drehzahl des Motors auf eine
15 zur Kühlung geeignete, vorgegebene, erhöhte Leerlaufdrehzahl (n_2), falls kein
Belastungsmoment auf den Motor wirkt.
10. Elektrowerkzeug nach Anspruch 9,
 gekennzeichnet durch
20 eine Zeitmesseinrichtung (5), die nach Ablauf einer festlegbaren
Leerlaufzeit ein Triggersignal (7) an die Regelelektronik (4) abgibt, zur Erhöhung
der Drehzahl des Motors auf die erhöhte Leerlaufdrehzahl (n_2).
11. Elektrowerkzeug nach Anspruch 9 oder 10,
25 **gekennzeichnet durch**
 eine Belastungsmesseinrichtung (6), die den Motorstrom zum Feststellen
des Leerlaufbetriebs des Motors (1) misst und ein Leerlaufsignal (8) an die
Zeitmesseinrichtung (5) und die Regelelektronik (4) abgibt.
- 30 12. Elektrowerkzeug nach Anspruch 11,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Belastungsmesseinrichtung (6) die Betriebsbelastung des Motors (1)
misst und in Abhängigkeit dieser Belastung ein Belastungssignal (9) an die
Zeitmesseinrichtung (5) zur Bestimmung einer Leerlaufzeit (ΔT) abgibt.
35
13. Elektrowerkzeug nach Anspruch 12,
 dadurch gekennzeichnet, dass

die Zeitmesseinrichtung (5) eine verkürzte Leerlaufzeit (ΔT) vorgibt, wenn von der Belastungsmesseinrichtung (6) zuvor eine starke Belastung des Motors gemessen wurde.

- 5 14. Elektrowerkzeug nach einem der Ansprüche 11, 12 oder 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Regelektronik (4) die Drehzahl des Motors (1) sofort auf die Arbeitsdrehzahl (n_1) einstellt, wenn das Leerlaufsignal (8) anzeigt, dass der Motor nicht im Leerlauf betrieben wird.

10

15. Elektrowerkzeug nach den Ansprüchen 9 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Regelektronik (4) die Drehzahl des Motors (1) auf die erhöhte Leerlaufdrehzahl (n_2) einstellt, falls der Motor aus- und wieder eingeschaltet

- 15 wurde und kein Belastungsmoment auf den Motor wirkt.

Zusammenfassung**Betriebsverfahren und Kühleinrichtung für den Motor eines
Elektrowerkzeugs**

Erfindungsgegenstand ist ein Betriebsverfahren für den Motor (1) eines Elektrowerkzeugs, dessen Betriebsleerlaufdrehzahl durch eine Regelektronik (4) auf einen Wert eingestellt wird, der gleich einer gewählten Arbeitsdrehzahl (5) (n_1) ist. Erfindungsgemäß wird der Motor nach einer vorgebbaren Leerlaufzeit (ΔT), während der der Motor mit der vorgegebenen Betriebsleerlaufdrehzahl (n_1) läuft, zur Kühlung mit einer vorgegebenen erhöhten Leerlaufdrehzahl (n_2) betrieben. Die Drehzahl wird sofort wieder auf die Arbeitsdrehzahl (n_1) eingestellt, wenn vom Motor ein Belastungsmoment verlangt wird (T_3), so dass 10 ein komfortables Arbeiten gewährleistet ist.

(Fig. 1)



• •

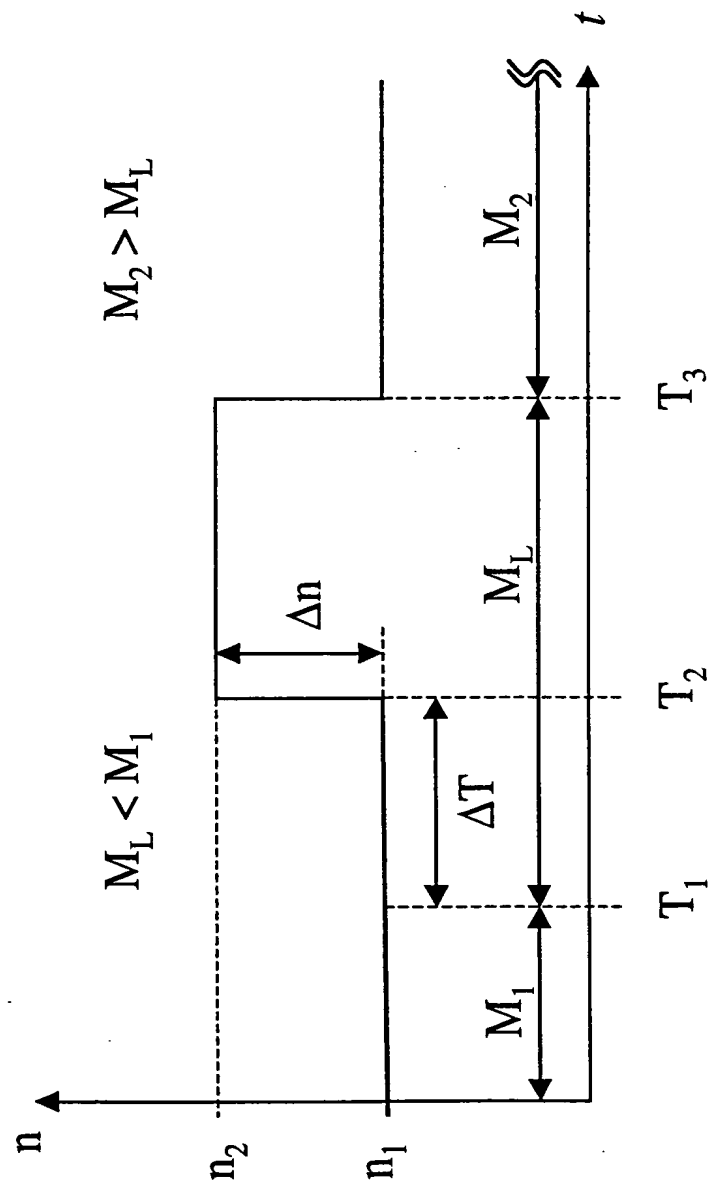


Fig. 1

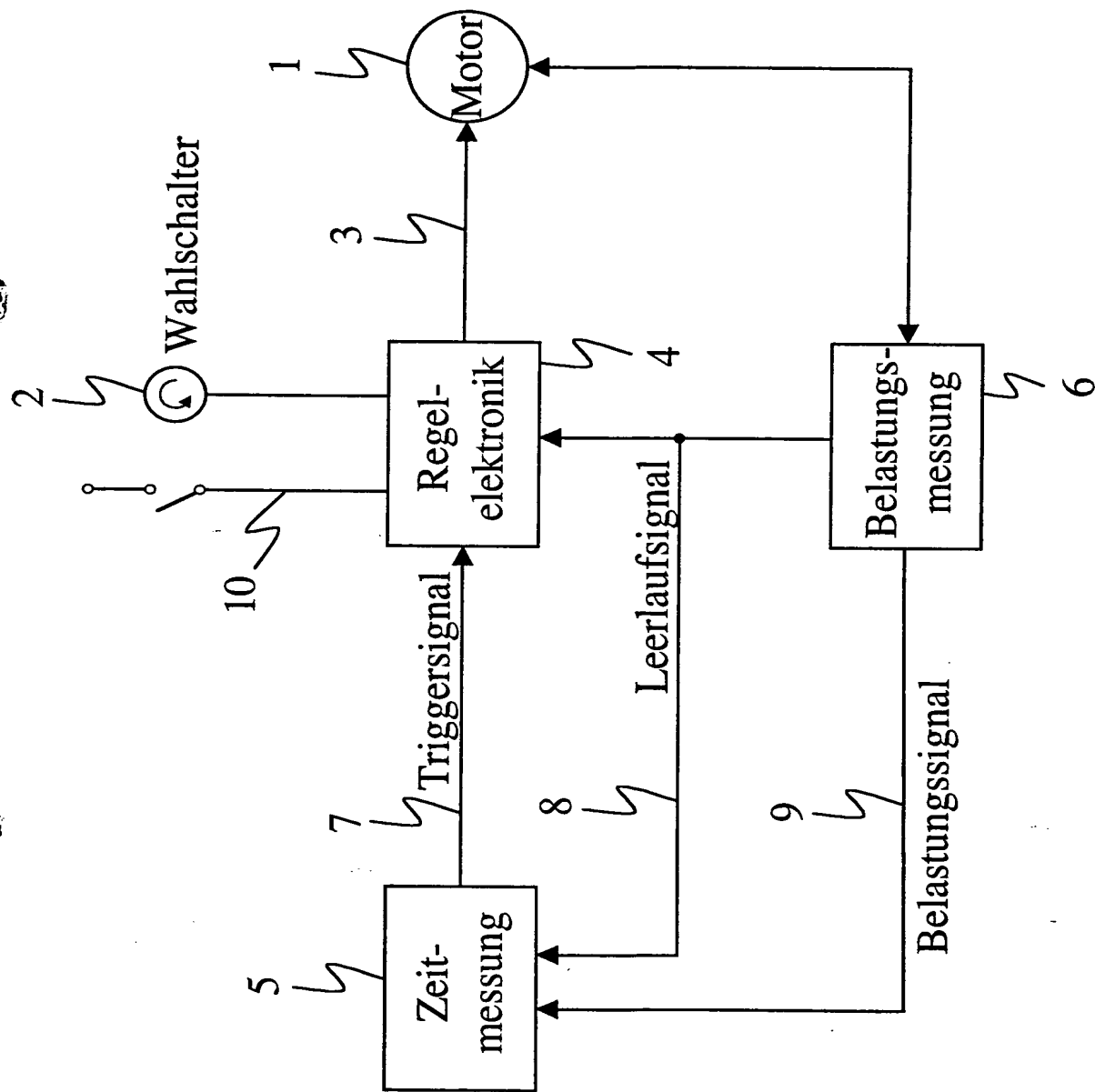


Fig. 2

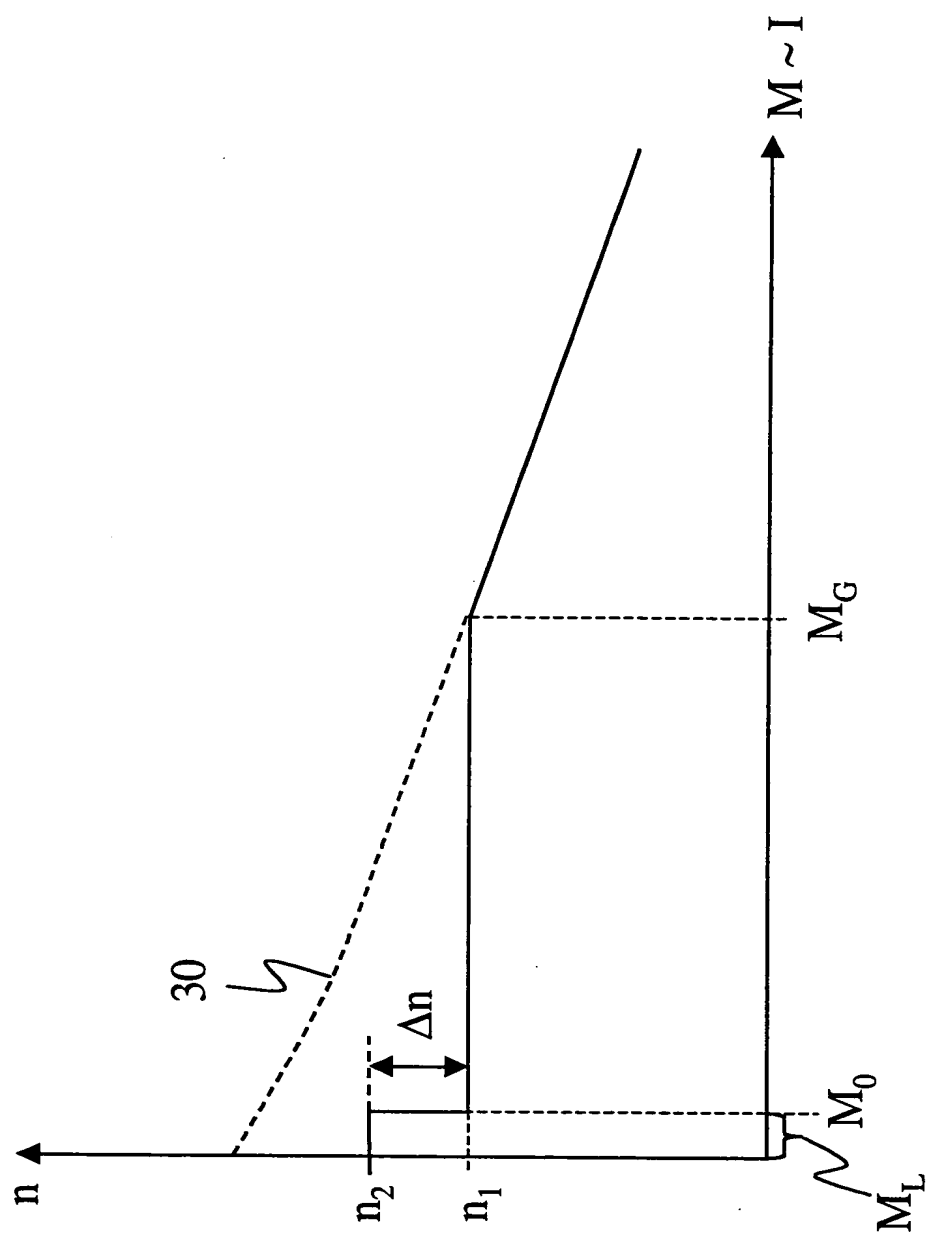


Fig. 3